

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—111580

⑤ Int. Cl.³
H 04 N 5/30

識別記号

庁内整理番号
6940—5C

⑬ 公開 昭和58年(1983)7月2日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 9 頁)

⑭ 固体撮像装置

⑮ 特 願 昭56—209381

⑯ 出 願 昭56(1981)12月25日

⑰ 発 明 者 原田望

川崎市幸区小向東芝町1東京芝
浦電気株式会社総合研究所内

⑱ 発 明 者 吉田興夫

川崎市幸区小向東芝町1東京芝
浦電気株式会社総合研究所内

⑲ 出 願 人 東京芝浦電気株式会社

川崎市幸区堀川町72番地

⑳ 代 理 人 弁理士 則近憲佑 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

固体撮像装置

2. 特許請求の範囲

半導体基板上に1次元もしくは2次元的に配列された感光部において光電変換された後、蓄積された信号電荷を読出し部に同時に転送せしめ、この読出し部の信号電荷を順次出力部に移動せしめて読出す間、前記感光部が次のフィールドの信号電荷を蓄積する動作を有する固体撮像装置において、この固体撮像装置の撮像チップ基板を任意の方向に振動せしめ、この振動の少なくとも一方向成分の振動中心が前記感光部から信号電荷を前記読出し部へ転送せしめる期間内にあるようにしたことを特徴とする固体撮像装置。

3. 発明の詳細な説明

発明の属する技術分野

本発明は高解像度化を図った固体撮像装置に関する。

従来技術とその問題点

固体撮像装置は従来の撮像管とくらべて小型、軽量、高信頼性、特性面では図形歪がなく、撮像が小さく、焼付きがない等多くの利点を有しているため、ITV、家庭ビデオカメラ、銀塩フィルムを用いない電子カメラ等、応用は広く、今後更に拡大されると考えられる。これ等応用において、現在の固体撮像装置に対して高解像度化の要求が強い。しかし固体撮像装置に目を向けると、この装置は現在のLSIの中でも最も大きいチップサイズを有しており、低価格化へのアプローチとしてもチップサイズの縮小化が求められている。従って、チップサイズの縮小化を行ない更に高密度化を行なつて高解像度化を行わなくてはならず、製造技術的にもこの壁は大きい。

まず、第1、第2図を用いて従来例の説明を行う。これは当業者においてはよく知られているインターライジ転送方式CCD(以後IT-CCDと呼ぶ)である。

第1図はIT-CCDの撮像動作を説明するための構成図である。このIT-CCDにおいては

例えばホトダイオード(以後PDと呼ぶ)で形成された $M \times 2N$ 個の感光部($P_{11}, P'_{11}, P_{12}, P'_{12}, P_{13}, \dots, P_{1N}, P'_{1N}, P_{21}, P'_{21}, P_{22}, P'_{22}, P_{23}, \dots, P_{2N}, P'_{2N}, \dots, P_{M1}, P'_{M1}, P_{M2}, P'_{M2}, P_{M3}, \dots, P_{MN}, P'_{MN}$)(以後 P_i, P'_i で代表する)とこの感光部(P_i, P'_i)で光電変換されて蓄積された信号電荷を脱出するための垂直CCD(C_1, C_2, \dots, C_M)が図中に示すように水平方向に交互に配列されている。そして、前記垂直CCD(C_1, C_2, \dots, C_M)の信号電荷は1段ごと水平CCDシフトレジスタ(2)に転送され、水平有効期間において、水平CCDシフトレジスタ(2)内を転送された後順次出力部(3)より脱出される。

ここで、垂直CCD(C_1, C_2, \dots, C_M)における垂直方向転送段数は前記感光部(P_i, P'_i)の垂直方向画素数(この場合 $2N$ ケ)の半数である。通常のテレビジョン標準方式においては1フレームは2フィールドより構成され、そしてインターレース走査を行なっている。従つて、IT-CCDでもこれに適合した撮像動作を行なっている。先の2フィールドをA、Bフィールドとすると、Aフ

ィールドでは垂直方向に連続して設けられた2個のPD(P_{11}, P'_{11}), (P_{12}, P'_{12}), ..., (P_{1N}, P'_{1N}), (P_{21}, P'_{21}), (P_{22}, P'_{22}), ..., (P_{2N}, P'_{2N}), ..., (P_{M1}, P'_{M1}), (P_{M2}, P'_{M2}), ..., (P_{MN}, P'_{MN})で蓄積された信号電荷が合せて脱出され、Bフィールドでは垂直方向に前記Aフィールドで脱出された2個のPD(P_i, P'_i)に対して空間的に垂直方向に対して180度位相が異なる連続した2個のPD(P'_{11}, P_{12}), (P'_{12}, P_{13}), ..., (P'_{21}, P_{22}), (P'_{22}, P_{23}), ..., (P'_{M1}, P_{M2}), (P'_{M2}, P_{M3}), ..., で蓄積された信号電荷が合せて脱出される。この場合、垂直方向においてA、Bフィールドで脱出される信号の空間的位相が180度異なるため感光領域(4)全域からは $2N \times M$ 個のサンプル点が得られる。なお、PD(P_i, P'_i)から垂直CCD(C_1, C_2, \dots, C_M)への信号電荷転送はPD(P_i, P'_i)と垂直CCD(C_1, C_2, \dots, C_M)間に設けられたフィールドシフトゲート(以後FSGと呼ぶ)(1)にパルス電圧を印加して行う。

このような構成を有するIT-CCDにおいて

例えばNTSC標準方式では垂直方向走査線は512本であるため有効部分として500画素程度あればよく、現時点ではほとんどの固体撮像装置ではこれをほぼ満足している。

しかしながら問題は水平画素数である。

第2図は第1図IT-CCDにおける1セルの構成説明図である。この図に示されるようにPDによる開口部(5)の隣に垂直CCD(6)が設けられている。この垂直CCD(6)は光シールドされなければならず、図中斜線で示された部分(7)は例えばアルミニウム(Al)電極で覆われている。ここでPD(5)の垂直方向上部もAl電極(7)で覆われているのは第1図におけるPD(P_i, P'_i)個の垂直方向分離と、垂直CCD(C_1, C_2, \dots, C_M)を駆動するための内部配線電極がこの部分に設けられているためである。

このように、入射光学情報に対して上記Al電極(7)は無効領域となるため、これに起因して水平画素数を多くとることができず、また上記無効領域の存在により偽信号が発生し易い。

発明の目的

本発明は上記の点に鑑みなされたもので、本発明の第1の目的は垂直方向の解像度の劣化なく水平方向の解像度を大幅に向上させることにあり、また第2の目的は垂直方向の解像度と水平方向の解像度を共に向上させることにある。

発明の概要

即ち本発明は前述のIT-CCDのごとき、感光部PD(P_i, P'_i)に蓄積された信号電荷が無効期間(無効期間)において同時に垂直CCD(C_1, C_2, \dots, C_M)に移動され、次のフィールド有効期間中に脱出されるという撮像動作を有した固体撮像チップ基板を、前記フィールド期間の無効期間に振動中心が位置することく振動せしめることにより高解像度化を行なつた固体撮像装置である。

発明の効果

本発明の提供する固体撮像装置は従来の固体撮像装置にくらべ本質的に高解像度化が達成できる。更に高密度化され画素数として同等な固体撮像装

置とくらべても特性上、例えばダイナミックレンジ、偽信号発生等において良好な画像を得ることができる。そして、これら装置を動作せしめる駆動回路作製も高密度固体撮像装置とくらべて容易である。

発明の実施例 1

第3図及び第4図は本発明の一実施例を説明するためのものである。前述の第1図、第2図のIT-CCDチップ基板を水平方向(X方向)に第3図(a)に示すように振幅Aにて振動させる。ここで振動の時間変化は第3図(b)に示すようにIT-CCDの撮像動作における1フレーム期間(2フィールド期間)を1周期として台形状に振動せしめる。

開口部(5)の開口部中心(8)が $X = \frac{A}{2}$ の場所から $X = -\frac{A}{2}$ の位置に移動している期間 t_B が1フレーム期間 t_F より十分短かければAフィールドにおいては開口部中心(8)が $X = \frac{A}{2}$ に静止し、Bフィールドでは $X = -\frac{A}{2}$ に静止していると同等と考えてよい。ここで振動振幅長Aが水平セルピッチ長 P_H より小

さいとすると1フレーム期間で水平方向での空間サンプリング領域が2箇所になる。

第4図に第1図において信号電荷のPD(P_1, P_1')から垂直CCD(C_1, C_2, \dots, C_M)への転送を行うフィールドシフトゲート(1)への印加電圧波形 ϕ_{FSG} と開口部中心(8)の時間変化 ϕ_A を示す。第4図(a)に示す ϕ_{FSG} の低レベル電圧 V_L 、高レベル電圧 V_H と変化するパルス電圧が垂直ブランキング期間(t_{VB})内に印加されることによつて前記PD(P_1, P_1')に蓄積された信号電荷のPD(P_1, P_1')から垂直CCD(C_1, C_2, \dots, C_M)への転送が行なわれる。この電圧波形 ϕ_{FSG} に対して、振動中心(8)の時間変化波形 ϕ_A は第4図(b)に示すように ϕ_{FSG} が高レベル電圧 V_H のとき垂直ブランキング期間(t_{VB})に $X = 0$ を横切る。これにより、Aフィールドで蓄積される信号電荷は開口部振動中心(8)が $X = \frac{A}{2}$ に位置している期間に蓄積されたものとして取り出され、Bフィールドで蓄積される信号電荷は $X = -\frac{A}{2}$ に位置している期間に蓄積されたものとして取り出される。従つて、従来は水平方向

のような特性上の利点がある。

(1) 高密度装置では水平方向セルピッチ長が $\frac{1}{2}$ になるため飽和信号レベルが減少してダイナミックレンジが小さくなるが、本実施例の装置では他の特性例えばブルーミング、スマイヤ等PDと垂直CCD間の距離が短くなることによる信号電荷の基板内拡散による劣化を含め、ダイナミックレンジは振動しない装置とくらべても何ら劣化はない。従つて同じ製造技術を用いるとすると本質的に高密度装置とくらべてダイナミックレンジを広くとることができる。

(2) 高密度装置ではセル信号読出しレートが2倍に高速化され、これによる駆動回路、信号処理回路の消費電力増加及び回路製作の困難さが増大するが本実施例の装置ではそれはない。

(3) 高密度装置ではセル内の開口部面積の割合は小さくなることがあつても増えることがないので、高密度化しても感光領域全域における光学情報収集に対する無効領域は減少しない。一方、本実施例装置では従来無効であつた領域からも光学

1セルにおいてA、Bフィールド同じ場所の信号が得られていたのに対して本実施例では2箇所から得られることになり、再生画像上にてA、Bフィールドのセル信号を水平方向で空間上前述の実験のサンプリングに合ひようにズラして表示することにより解像度は2倍向上される。垂直方向に就してはフィールドごとに振動中心(8)が水平方向に移動するだけなので解像度劣化はない。

以上、説明したように本実施例ではIT-CCDのごとくフィールドごとに感光部で蓄積せしめた信号電荷をそのブランキング期間に同時に読出し部である垂直CCDに転送せしめる撮像動作を有した固体撮像チップ基板を、前記ブランキング期間に振動中心に位置するように水平方向に振動せしめることによつて垂直方向解像度劣化なく水平方向解像度を2倍に向上させた再生画像を得ることができる。

本実施例により提供される固体撮像装置は、仮に高密度化技術で水平方向に2倍の画数を持つた装置が実現されたとしても、該装置と比べて次の

情報を得ることができるため、本質的に光学情報収集に対する有効領域が広い。

発明の実施例 2

前述したごとく、固体撮像チップ基板の振動時間変化 ϕ_A と信号電荷読出し動作とは高解像度化に対して重要な関係を有している。

第5図は第3図、第4図で記載した振動モードの一部に含まれるが、更に再生画像の画質を向上せしめた実施例を説明するためのものである。第5図(a)に示す開口部中心(8)を同図(b)に示すように水平方向に中心より各々 $P_H/4$ だけ第3図、第4図と同様に台形状に変化せしめる。この場合振動時間変化と ϕ_{PSO} との関係は第3図、第4図の関係と同じである。これにより1フレーム時間で各セルの空間サンプリングを見ると第5図(a)で示すように各開口部中心(8)が等ピッチ長 $P_H/2$ で配列されることになる。第1の実施例のように振動振幅を過ぎない場合は、A、Bフィールド別々に見た開口部中心(8)のピッチ長は P_H で同じであるが、1フレームとして見るとセル内開口部と隣接セル間

開口部の距離が異なるため開口部(8)がピッチ P_H で配列されていることになり振動しない場合において見られたと同様な偽信号も現われ、被写体絵柄により画質劣化が起る。

しかるに第5図に示したごとく振動モードをとることにより、偽信号が発生しにくいだけ第1の実施例より再生画像の解像度が向上される。

発明の実施例 3

第6図は第3図乃至第5図の振動モードにより得られた再生画像の画質を更に向上せしめた一実施例を説明するためのものである。

第6図(a)に示すように振幅 $(P_H - A_H)$ で三角波状に振動せしめる。なお A_H は開口部5の水平方向長である。ここで垂直ブランキング期間に振動中心(8)が $x = 0$ 付近に位置するごとく振動せしめることは前述第3、4、5図の場合と同様である。このように三角波状に固体撮像チップ基板を振動せしめることにより、A、Bフィールドにおいて得られた各擬像画素の感度分布は水平方向において第6図(b)に示されるように無効領域なく一様に

得ることができる。第3図乃至第5図に示した第1及び第2の実施例におけるごとく台形状振動モードでは第6図(c)に示すごとく感度の低い領域が発生し、これにより再生画像として偽信号が現われ、特に開口部5の水平方向長 A_H の小さいチップ基板を用いた場合においてはこの差は大きい。
以上説明したように第6図の振動モードにより更に偽信号の少ない、解像度の高い再生画像を得ることができる。

発明の実施例 4

第3図乃至第5図のごとき台形波状と第6図のごとき三角波状の中間の波形を有した第7図に示したごとく正弦波状に固体撮像チップ基板を変化せしめても第6図に示したと同様に無効領域の少ない画像を得ることができる。

発明の実施例 5

以上、第3図乃至第7図を用いて説明したのはテレビジョン標準方式に適合させた場合の本発明適用例であるが、例えば銀塩フィルムを用いない電子カメラ、OOR等のクローズドシステムでは

1フレームが2フィールドで構成される撮像方式に制約されることがないので、更に高解像度化が可能である。

第8図はこのように更に高解像度化を行なわしめた固体撮像装置の一実施例を説明するものである。第8図(a)に示すように水平方向(X方向)、垂直方向(Y方向)に対して斜め方向の2方向に第8図(b)に示すごとく例えば振幅 $(P_0 - A_0)$ にて第6図と同様三角波状に振動せしめる。なお P_0 は開口部中心(8)の振動方向セルピッチ長、 A_0 は開口部(8)の対角長である。

これによりセル内において擬像画素は4個得られ、前述のどの方式よりも高解像度画像を得ることができる。この場合は1フレーム期間はA、B、C、Dフィールドより構成されるが、この場合も第1図F8G(1)への印加パルス電圧 ϕ_{PSO} (第8図(c))と振動時間変化は第3図乃至第7図で説明したと同様であり、 ϕ_{PSO} が高レベル電圧 V_H にある期間に振動は振動中心付近に位置している。なお、第8図で示されたごとく開口部(8)を有した固体撮

像チップ基板を用いると第8図(a)の斜線部で示したとき無効部分(9-1, 9-2, 9-3, 9-4)が発生するが、例えば開口部(5)の面積を広くすることによつてセル全域、即ち感光領域全域において無効領域を無くすることができる。尚、この実施例は1フレームが4フィールドで構成されたものについて説明したが、同様に多方向に振動せしめて、これに伴ないフィールド数を増加せしめることにより更に解像度を向上せしめることもできる。

発明の実施例6

第9図は第3図乃至第7図で説明した装置とくらべ更にセル内の無効領域を減少せしめた一実施例を説明するための図である。

第9図(a)に示すように開口部中心(8)を水平方向振動だけでなく垂直方向成分をも持つて振動せしめる。これにより水平方向振動だけの場合とくらべ、セル内の無効領域を減少せしめることができる。ここで水平方向振動に関しては第9図(b)に示すように第6図と同様で、垂直方向成分の振動周

波数は第9図(c)に示すように水平方向振動周波数より高くしている。第9図(c)において P_V はセルの垂直方向ピッチ長、 A_V は開口部(5)の垂直方向長を示す。

なお、実施例5で説明したようなクローズドシステムにおいては第9図(a)に示すように垂直方向振動の振動中心が $Y=0$ になる時に前述の ϕ_{rso} を高レベル電圧 V_B にして、蓄積された信号電荷を読出す動作を行うことにより、1フレームを8フィールドで構成させることができる。この場合第9図(c)より判るように各フィールド信号は一部重なつてはいるがセル内の8個所の異なる領域の信号を得られ、解像度はより向上される。

発明の実施例7

第10図に第8図にて説明した方式より更に改善せしめた駆動方式を提供する本発明の一実施例を示す。

第8図の実施例では X 方向振動は第8図(b)で示したとき三角波でよいが、 Y 方向成分は第10図(d)で示したように C フィールドで折り返すとき

三角波となり、振動波形が複雑になる。

しかるに第10図(e)のごとき8の字形の移動にすると、 X 、 Y 方向成分は第10図(b)、(c)に示すように正弦波状でよく、振動するための X 、 Y 方向移動制御が容易となる。

第11図は前述した実施例1乃至7のような本発明の駆動方式を実現するための装置の一構成例である。

この図に示すように固体撮像チップ基板(4)は振動台(4)上に固定されている。固体撮像チップ基板(4)と前記振動台(4)は同一の同期信号発生回路(4)より得られる同期パルスを用いて駆動される。この場合固体撮像チップ基板(4)と振動台(4)はそれぞれドライバ(4)、(4)により駆動される。前記同期信号発生回路(4)が固体撮像チップ基板(4)のドライバ(4)用に作製されている場合振動台(4)用ドライバ(4)を動作させるための同期信号パルス波形整形回路(4)が必要である。

なお、本発明の説明は $IT-CCD$ を用いて行なつたが、テレビジョン学会誌7月号Vol.33,

No.7のPP.536~PP.541 原田等「512×340画素 CCD イメージセンサ」に記述されているごとくフレーム・トランスファ(FT)方式 CCD を用いても同様の効果を得ることができる。これら固体撮像チップ基板の撮像動作に共通するところは各セルの感光部に蓄積された信号電荷が垂直ブランキング期間に同時に読出部に移動される動作を有していることである。従つて、上記の $IT-CCD$ 、 $FT-CCD$ と同様な動作を有した固体撮像チップ基板ならば本発明における固体撮像チップ基板として用いることができる。

又、本発明の説明では開口部(5)の形状として説明の容易さより矩形状のものを用いて行なつたが、この形状は矩形状でなくともセル内サンプリング点が増加することにはかわりがないので、本発明が適用されることは言うまでもない。同様なことが開口部(5)の大きさについても言える。

本発明の説明においては第1図、第2図にて示した $IT-CCD$ のように各感光部(P_1 , P_1)が垂直方向に対して一列に配列されたものを用いて行

なつたが、ジグザク配列されたものであつてもよく、この場合は更に解像度を向上させることができる。

なお、本発明は該装置を1個、2個もしくは3個用いてカラー撮像を行うカラーカメラにも適用されることは言うまでもない。2板、3板式カラーカメラにおいては本発明と線素ずらし法を共用することにより更に解像度を向上せしめることができる。

又、振動振幅に関しては、本発明の説明ではセルピッチ長より短かいものについて説明を行なつたが、例えば単板カラーカメラのごとく色信号を得る画素のピッチは前記セルピッチ長より長くなつているため色信号に対する偽信号発生を軽減させるために前記セル内だけでなくセル間まで重なつた振動を行えばよい。このように本発明は高解像度化の目標を損なわない範囲で振動振幅を変化させることができる。

又、本発明は光電変換を光導電膜で行ない、脱取り定査を例えば従来のSi単結晶基板で行ういわ

ゆる2階層センサにおいても適用されることは言うまでもない。

又、本発明の説明は2次元センサを用いて説明したが1次元センサに対しても同様に高解像度化を行うことができる。

なお、第3図乃至第10図に示した本発明の実施例においては、PD(P_1 , P'_1)から垂直CCD(C_1 , C_2 , ..., C_M)への信号電荷移動動作の時点と固体撮像チップ基板の振動中心とがちょうど一致する場合について説明したが、若干の時間位相のズレがあつても解像度のわずかな劣化にとどまるにすぎず、撮像装置としては支障はない。従つて「信号電荷を脱出し部に転送せしめる期間」には上記のような多少のズレも含まれるものと定義する。

さらに第11図では固体撮像チップ自体を振動させる場合の一構成例について説明したが、本発明における振動手段はこれに限定されるものではなく、例えば固体撮像チップ基板の光入射側に例えば光学的偏向板を設け、この偏向板によって基板への入射光を振動させるようにしてもよく、ま

た光学的ミラーによって入射光を振るようによつてもよい。要するに入射光像に対して固体撮像チップ基板を相対的に振動させればよい。

4. 図面の簡単な説明

第1図はIT-CCDの構成説明図、第2図はIT-CCDのセル内構成説明図、第3図(a)、(b)及び第4図(a)、(b)は本発明の一実施例を説明するための図、第5図(a)、(b)、第6図(a)、(b)、(c)及び第7図は本発明の他の実施例を説明するための図、第8図(a)、(b)、(c)は固体撮像チップ基板を2方向に振動せしめた一実施例を説明するための図、第9図(a)、(b)、(c)、(d)は水平方向振動に垂直振動成分を加えた一実施例を説明するための図、第10図(a)、(b)、(c)、(d)は第8図に示した実施例の改良例を説明するための図、第11図は本発明の駆動方式を実現するための装置の一例を示す図である。

P_1 , P'_1 , P_{11} , P'_{11} , P_{12} , P'_{12} , P_{13} , ..., P_{1N} , P'_{1N} , P_{21} , P'_{21} , P_{22} , P'_{22} , P_{23} , ..., P_{2N} , ..., P_{M1} , P'_{M1} , P_{M2} , P'_{M2} , ..., P_{MN} , P'_{MN} ... 感光部
 C_1 , C_2 , ..., C_M ... 垂直CCD

1 ... フィールドシフトグート (FSG)

2 ... 水平CCDシフトレジスタ 3 ... 出力部

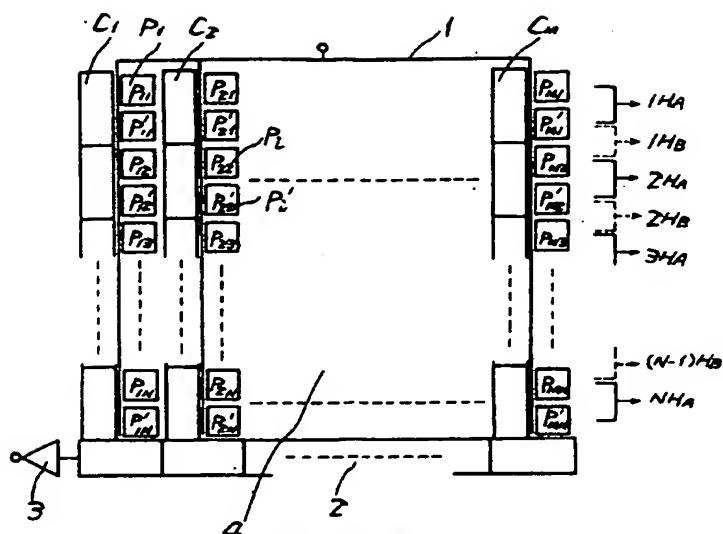
4 ... 感光領域 5 ... 開口部

7 ... 光シールドA₂電極 6 ... 垂直CCD

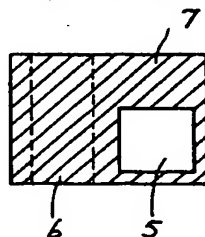
8 ... 開口部中心

(7317) 代理人 弁理士 則 近 憲 佑
(ほか1名)

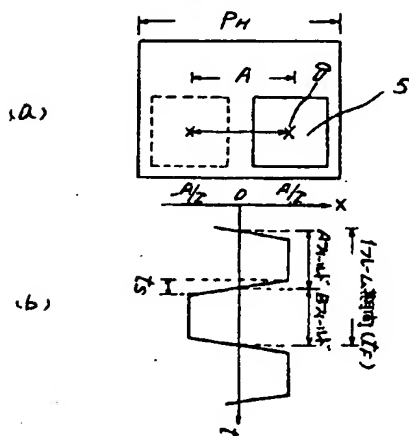
第 1 図



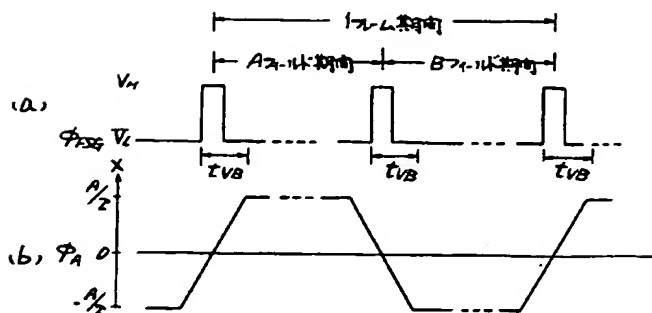
第 2 図



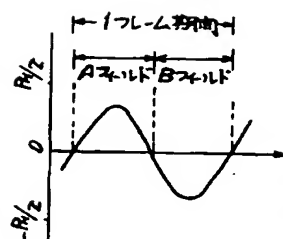
第 3 図



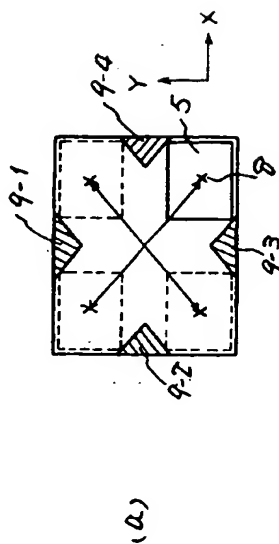
第 4 図



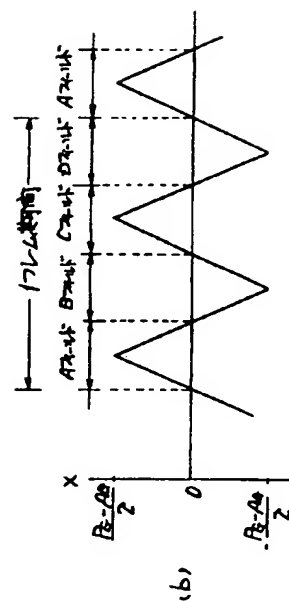
第 7 図



第 8 図



(a)

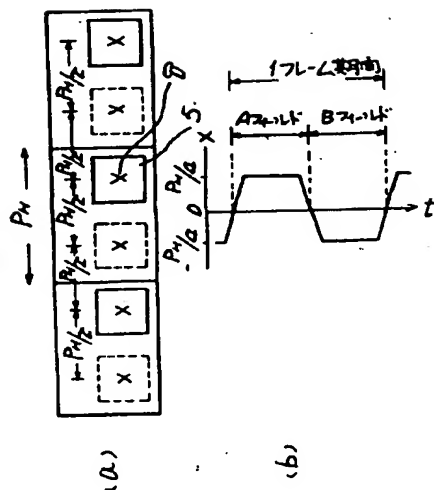


(b)



(c)

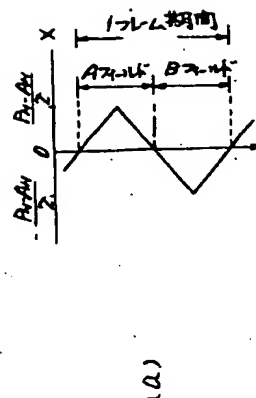
第 5 図



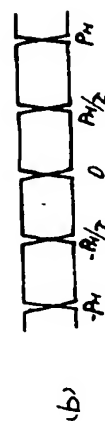
(a)

(b)

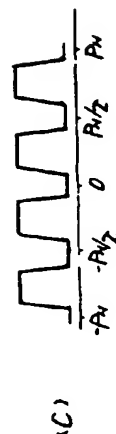
第 6 図



(a)

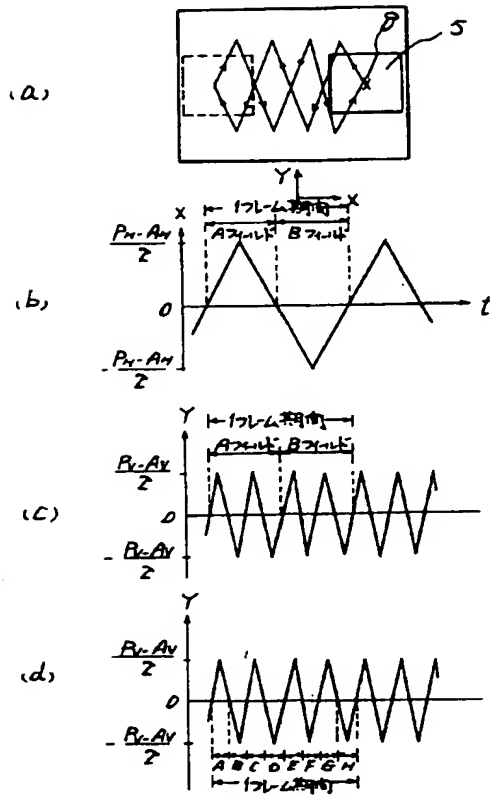


(b)

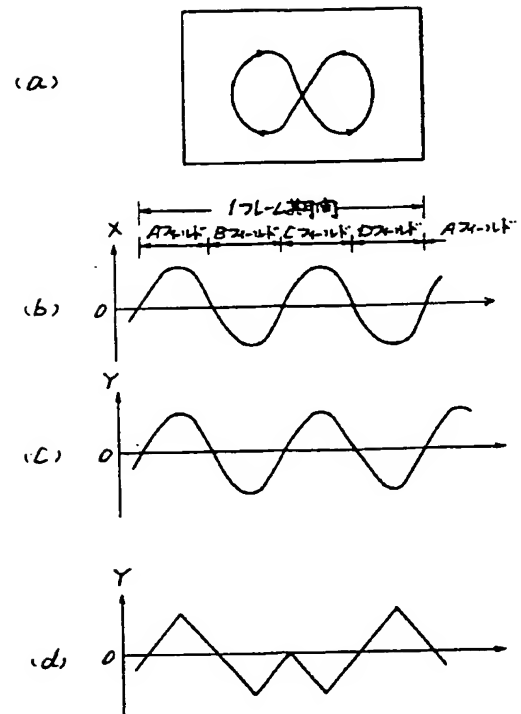


(c)

第 9 図



第 10 図



第 11 図

